

# Uso de la torta de semilla de algodón en raciones balanceadas para cerdos en proceso de crecimiento\*<sup>1</sup>

J. EDGAR BRAHAM, RICARDO BRESSANI, NOE RUBEN ESCOBAR y ALVARO AGUIRRE\*\*

## ABSTRACT

*An experiment was conducted with Duroc-Jersey weanling pigs to determine the percentage of cottonseed oil meal that could substitute all the sesame oil meal in a simplified swine ration composed of Guatemalan feedstuffs. Cottonseed oil meal substituted 0, 5, 10, 15 and 20% of the sesame oil meal of the basal ration. Weight gains and feed efficiency were very satisfactory when the rations contained up to 15% of cottonseed oil meal; higher levels resulted in toxic symptoms characterized by unthriftiness, anorexia, diarrhea and dry, scaly skin. The free gossypol contributed by the cottonseed oil meal was calculated to be 0.0000, 0.0035, 0.0070, 0.0100, and 0.0140 g/100 g of the diets. The cost per pound of live pig, was around US\$0.12, 0.12, 0.11, 0.11 and 0.13 for rations 1, 2, 3, 4 and 5, respectively. — The authors.*

## Introducción

**L**A escasez de productos de origen animal y la poca variedad de productos vegetales de que se dispone en cantidades industriales en ciertas áreas de los trópicos, constituyen los principales factores limitantes en la elaboración de raciones balanceadas para la alimentación de cerdos.

Squibb y colaboradores (9) han obtenido buenos resultados en este sentido, utilizando raciones simplificadas a base de torta de semilla de ajonjolí (*Sesamum orientale* Linn.) como fuente proteica (10). Sin embargo, el ajonjolí presenta el inconveniente de que su mercado es inestable en algunos lugares, hecho que lógicamente limita su uso en la preparación de raciones para animales de crianza.

La torta de semilla de algodón (*Gossypium hirsutum*, Linn.) es otra fuente excelente de proteínas, aunque su uso en la alimentación porcina está condicionado por la cantidad de gossipol que contiene la torta, substancia tóxica a la que el cerdo es muy susceptible (3, 4).

Hale y colaboradores (4) han utilizado la torta de semilla de algodón en raciones para cerdos en proporciones distintas y equivalentes a cantidades de gossipol libre que varían desde 0.0013 hasta 0.028%. Los autores informan que al nivel de 0.015% de gossipol libre ya se notan síntomas de toxicidad en los cerdos, los que no son evidentes cuando el gossipol se encuentra al nivel de 0.010%. Hale y coinvestigadores (4) y Haines y sus asociados (3), han informado del efecto antagónico que el nivel de proteína de la ración ejerce en la aparición de síntomas propios de los resultados tóxicos del gossipol. Por otro lado, Wallace y colaboradores (11) al estudiar el efecto de la adición de lisina y metionina a una ración para cerdos preparada a base de torta de semilla de algodón de bajo contenido de gossipol, observaron que la suplementación de estos aminoácidos no tiene ningún efecto sobre el aumento de peso de los animales.

En este estudio se presentan datos concernientes a la sustitución de torta de semilla de ajonjolí por torta de semilla de algodón en raciones simplificadas para engorde de cerdos, compuestas de productos nativos guatemaltecos.

\* Recibido para la publicación el 17 de Enero de 1962.

\*\* Jefe Asistente de la División de Química Agrícola y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP); Jefe de la División de Química Agrícola y de Alimentos de la misma Institución; Becario del Instituto Agropecuario Nacional de Guatemala (IAN) y del INCAP, quien, en los laboratorios de esta última Institución y de la Escuela Nacional Central de Agricultura, llevó a cabo su trabajo de tesis para obtener el título de Perito Agrónomo; y Miembro del personal del INCAP en la época en que se llevó a cabo este trabajo, respectivamente.

<sup>1</sup> Este trabajo fue realizado con la ayuda económica de la Rockefeller Foundation (Subvención No. RF-60180). Publicación INCAP E-262.

## Material y métodos

Con cerdos de la raza Duroc-Jersey de seis a ocho semanas de edad, se formaron cinco grupos experimentales de cuatro animales cada uno, los cuales se distribuyeron de acuerdo con su edad, sexo y peso. Cada grupo se alojó en una pocilga de cemento, parcialmente cubierta. Durante las 15 semanas del experimento, el agua y las raciones experimentales fueron administradas *ad libitum*. Cada grupo recibió su ración dos veces al día en forma de pasta, la que se preparó agregándole agua. Se llevó un registro semanal del peso de los animales y del consumo de alimento.

Las tortas de semilla de algodón y de ajonjolí usadas en este estudio consistieron del residuo, sin refinar, que se obtiene después de la extracción del aceite. La composición de las dietas experimentales se detalla en el Cuadro 1. Según se puede observar, en vista de que la torta de semilla de algodón contiene cantidades similares de proteína a las de la torta de ajonjolí, aquella reemplazó a ésta en proporciones de 0, 5, 10, 15 y 20% de la dieta basal. Las raciones fueron analizadas para determinar su contenido de humedad, extracto etéreo, fibra cruda, cenizas y calcio, exámenes que se verificaron de acuerdo con los métodos oficiales de la A. O. A. C. (1). En las determinaciones de proteínas, la destilación se llevó a cabo según las recomendaciones de Hamilton y Simpson (5); el hierro se analizó por el método de Jackson (6) modificado por Moss y Mellon (8) y la determinación de fósforo se hizo por el procedimiento de Fiske y Subbarow (2), con las modificaciones de Lowry y López (7).

Cuadro 1.—Composición de las raciones experimentales.

Ingredientes	D I E T A No.				
	1	2	3	4	5
Torta de semilla de ajonjolí	20	15	10	5	—
Torta de semilla de algodón	—	5	10	15	20
Harina de sangre <sup>1</sup>	4	4	4	4	4
Harina de alfalfa <sup>2</sup>	5	5	5	5	5
Maicillo molido	68	68	68	68	68
Salmina <sup>3</sup> (minerales)	3	3	3	3	3
Aurofac - 10 <sup>4</sup>	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
TOTAL	100	100	100	100	100
Contenido estimado de proteína	17.3	17.3	17.3	17.3	17.3

1 Preparada con sangre bovina. Contiene 13% de humedad y 77% de proteína cruda.

2 Importada de Estados Unidos por el Molino Central de Guatemala.

3 Producida por la casa Riverside, Guatemala, C. A. Contiene 33% de harina de huesos, 33% de carbonato de calcio, 33% de sal yodizada y 1% de elementos menores.

4 Cortesía de los Laboratorios Lederle.

## Resultados

En el Cuadro 2 se dan a conocer los resultados del análisis químico de las raciones usadas en esta investigación y, según se puede apreciar, las muestras analizadas

Cuadro 2.—Composición química de las raciones experimentales usadas. (Valores expresados por 100 g de ración).

Ración No.	Humedad g	Proteína g	Extracto etéreo g	Fibra cruda g	Cenizas g	Extracto libre de N g	Fósforo mg	Calcio mg	Hierro mg
1	12.20	17.4	3.97	5.77	6.92	53.74	1027	1523	68.0
2	11.60	17.6	3.77	5.88	6.43	54.72	1435	1202	86.1
3	11.78	17.9	3.11	5.53	5.35	66.93	1185	944	72.7
4	12.69	17.8	3.45	5.50	6.98	57.07	1055	1074	71.7
5	11.36	17.2	2.51	5.05	5.65	58.23	1221	946	86.0
Promedio	12.32	17.6	3.56	5.55	6.26	58.14	1184	1138	76.6

mostraron una variación de 12.7 a 11.4 g/100 g en cuanto a humedad. El contenido de proteína fue uniforme en todas las dietas y fluctuó entre 17.4 y 17.9 g/100 g, mientras que el extracto etéreo osciló de un valor máximo de 3.97 a uno mínimo de 2.51 g/100 g de ración. En lo que respecta a fibra cruda, los análisis químicos demostraron que ésta varió de 5.05 a 5.88 g/100 g y el contenido de cenizas desde un valor mínimo de 5.35 hasta uno máximo de 6.98 g/100 g. Los carbohidratos (extracto libre de nitrógeno) que se calcularon por diferencia, revelaron un valor máximo de 66.93 y uno mínimo de 53.74 g/100 g.

El contenido de minerales se determinó mediante el análisis de las cenizas y los resultados indicaron que las raciones contenían entre 1,027 y 1,435 mg/100 g de fósforo, con un promedio de 1,184. Las fluctuaciones en el contenido de hierro fueron de 68.0 a 86.1 mg/100 g y el promedio de 76.6. El calcio osciló entre 944 y 1,523 mg/100 g y tuvo un promedio de 1,138.

Los resultados obtenidos con los animales de experimentación figuran en el Cuadro 3. En este caso el aumento total de peso osciló entre 232.22 y 238.69 kg. y la eficiencia de conversión del alimento entre 3.02 y 3.14 kg. de alimento consumido por kilo de aumento de peso. El promedio de consumo diario por cerdo fluctuó entre 1.68 y 1.78 kg.; el promedio de aumento diario, también por cerdo, varió de 0.55 a 0.57 kg., y la eficiencia de utilización proteica desde 1.83 hasta 1.86 kg.

Cuadro 3.—Resultados obtenidos en los animales de experimentación después de 15 semanas de administrarles cuatro raciones.

	RACION No.			
	1	2	3	4
Torta de semilla de algodón %	—	5	10	15
Peso inicial (Kg.)	30.28	29.96	30.30	30.08
Peso final (Kg.)*	268.54	262.18	263.77	268.77
Aumento total de peso (Kg.)	237.67	232.22	233.47	238.69
Eficiencia de conversión <sup>1</sup>	314.00	309.00	302.00	304.00
Consumo diario por cerdo (Kg.)	1.78	1.71	1.68	1.72
Aumento diario por cerdo (Kg.)	0.57	0.55	0.55	0.57
Utilización proteica <sup>2</sup>	1.83	1.84	1.85	1.86

\* Prueba F: no significativa.

1/ Kg. de alimento consumido por 100 Kg. de aumento de peso.

2/ Kg. de aumento de peso por Kg. de proteína ingerida.

Debido a que durante la octava semana de experimentación, los animales alimentados con la ración No. 5 principiaron a dar muestras de síntomas de toxicidad, dicha ración fue sustituida por un concentrado comercial para cerdos, a partir de la décima semana. Los síntomas tóxicos observados, debidos al contenido de gosispol de la dieta, se evidenciaron por la presencia de diarrea y alteraciones cutáneas manifestadas por sequedad y escoraciones de la piel. A medida que los animales crecían, la piel se les agrietaba y el color del pelo adquiría un matiz más claro que el de los otros cerdos que formaban parte de este experimento.

La información recolectada hasta ese momento se detalla en el Cuadro 4 en el que también se incluyen,

Cuadro 4.—Resultados obtenidos con las raciones experimentales durante 10 semanas.

	RACION No.				
	1	2	3	4	5
Torta de semilla de algodón (%)	—	5	10	15	20
Peso inicial (Kg.)	30.28	29.96	30.30	30.08	29.96
Peso a las 10 semanas (Kg.)	168.89	167.53	172.07	174.34	83.76
Aumento total de peso (Kg.)	138.61	137.56	141.76	144.26	53.80
Eficiencia de conversión <sup>1</sup>	318.00	385.00	308.00	300.00	484.00
Consumo diario por cerdo (Kg.)	1.43	1.35	1.34	1.42	0.70
Aumento diario de peso por cerdo (Kg.)	0.49	0.49	0.50	0.51	0.19
Utilización proteica <sup>2</sup>	1.80	1.50	1.80	1.80	1.20

1/ Kg. de alimento consumido por 100 Kg. de aumento de peso.

2/ Kg. de aumento de peso por Kg. de proteína ingerida.

para propósitos de comparación, los datos resultantes de la administración de las otras raciones desde la primera hasta la décima semana del experimento. Como puede verse, el aumento total de peso, la eficiencia de conversión, el consumo de alimento y el promedio de ganancia diaria fueron muy inferiores en los animales alimentados con la ración No. 5, que en los cerdos que recibieron las otras cuatro raciones.

### Discusión

La cantidad de gosispol libre que aportaron las diferentes concentraciones de torta de semilla de algodón de las raciones, no se determinó químicamente. Sin

embargo, los análisis a que en los laboratorios del INCAP se han sometido diversas tortas de semilla de algodón de procedencia local, han demostrado que éstas contienen un promedio de gopipol libre de 0.07 g/100 g con una variación de 0.06 a 0.10 g/100 g.

Con base en el valor promedio de gopipol determinado en las tortas de semilla de algodón elaboradas en Guatemala, el contenido de gopipol libre de las diferentes raciones puede estimarse en 0.0000, 0.0035, 0.0070, 0.0100 y 0.0140 para las raciones identificadas con los números 1, 2, 3, 4 y 5, respectivamente. Es evidente que las cuatro primeras raciones se ajustan a los límites de tolerancia del cerdo para el gopipol, de acuerdo con los datos publicados en la literatura a este respecto (4); la última ración, por el contrario, contiene un porcentaje demasiado alto, hecho que se evidenció por la presencia de los síntomas tóxicos mencionados. Sin embargo, debe señalarse que la toxicidad de que los animales dieron muestra en este estudio difiere de la que otros autores han observado también en cerdos (3, 4). Esto parece, pues, indicar que existen otros factores en la torta de semilla de algodón responsables de los síntomas tóxicos que acusaron los animales en este estudio. Tanto el aumento de peso como el consumo de alimento de los animales que recibieron la ración No. 5 fueron inferiores a lo normal, y mucho menores que los que presentaron los otros cuatro grupos incluidos en este experimento.

Estos resultados sugieren que el nivel máximo de torta de semilla de algodón de procedencia local que es factible incorporar en raciones destinadas al consumo de cerdos es de 15 g/100 g de ración, asumiendo que dicha torta contiene un porcentaje de gopipol libre de no más de 0.07. La inclusión del producto usado en este estudio a niveles mayores no lo toleraron los cerdos en proceso de crecimiento. Las diferencias observadas entre los cuatro primeros grupos no fueron estadísticamente significativas, siendo el aumento de peso y la eficiencia de conversión del alimento bastante satisfactorios en todos los grupos.

En la actualidad, en algunos países se produce ya torta de semilla de algodón de muy bajo contenido de gopipol. La obtención de la torta de bajo contenido de gopipol se hace por medio de un cocimiento controlado a temperaturas bajas y extracción por prensas controladas también a temperaturas bajas. En el futuro, cuando la producción de torta degopipolizada aumente, será posible determinar hasta qué punto es posible usar ésta en la crianza de cerdos, así como el grado en que pueda contribuir a la ingestión de proteína total.

Los demás ingredientes incluidos en las raciones experimentales eran todos de procedencia local, de Guatemala, con la sola excepción de la harina de alfalfa. Sin embargo, este producto se incluyó en las raciones por razones de carácter puramente práctico y para propósitos de aplicación debe ser sustituido por harinas de otros pastos de cultivo común en el área, tales como el ramio (*Boehmeria nivea*) o el kikuyu (*Pennisetum clandestinum*).

## Resumen

Se llevó a cabo un experimento con cerdos de la raza Duroc-Jersey de seis a ocho semanas de edad, alimentados con raciones en que la torta de semilla de algodón sustituyó 0, 5, 10, 15 y 20% de la torta de semilla de ajonjolí, de una ración simplificada que se preparó a base de productos nativos de Guatemala. El análisis químico de las raciones demostró que éstas contenían un promedio de 17.6 g/100 g de proteína; 12.32 g/100 g de humedad; 3.56 de extracto etéreo, 5.55 de fibra cruda; 6.26 de cenizas y 58.14 g/100 g de carbohidratos (ELN). El fósforo tuvo un promedio de 1184 mg/100 g; el calcio 1138 mg/100 g y el hierro 76.6 mg/100 g.

Los resultados del ensayo biológico demostraron que es posible sustituir hasta el 15% de la torta de semilla de ajonjolí por torta de semilla de algodón, ya que la inclusión de esta última al nivel del 20%, dio como resultado síntomas de toxicidad caracterizados por diarrea, anorexia y alteraciones cutáneas. El gopipol libre de las diferentes raciones se estimó en 0.0000, 0.0035, 0.0070, 0.0100 y 0.0140 en el caso de las dietas que contenían 0, 5, 10, 15 y 20% de torta de semilla de algodón, respectivamente. Los resultados obtenidos con la administración de las cuatro primeras raciones fueron satisfactorios en lo que respecta a aumento de peso total, eficiencia de utilización del alimento y aumento diario de peso. El costo, por libra de cerdo, expresado en dólares, fue de \$0.12, \$0.12, \$0.11, \$0.11 y \$0.13 para las raciones que contenían 0, 5, 10, 15 y 20% de torta de semilla de algodón, respectivamente.

## Literatura citada

1. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. *Official Methods of Analysis*, 7th ed. Washington, D. C., 1950.
2. FISKE, C. H. & SUBBAROW, Y. The colorimetric determination of phosphorus. *J. Biol. Chem.* 66:375-400, 1925.
3. HAINES, C. E., WALLACE, H. D. & KOGER, M. The value of soybean oil meal, low gossypol (degossypolized) solvent processed cottonseed meal, low gossypol expeller processed cottonseed meal and various blends thereof in the ration of growing-fattening swine. *Journal of Animal Science* 16(1): 12-19. 1957.
4. HALE, F. & LYMAN, C. M. Effect of protein level in the ration on gossypol tolerance in growing-fattening pigs. *Journal of Animal Science* 16(2):364-369. 1957.
5. HAMILTON, L. F. & SIMPSON, S. G. *Talbot's quantitative chemical analysis*, 9th. ed. The McMillan Co., New York, 1947.

6. JACKSON, S. H. Determination of iron in biological material, *Industrial and Engineering Chemistry, Analytical ed.*, 10:302-304, 1938.
7. LOWRY, O. H. & LOPEZ, J. A. The determination of inorganic phosphate in the presence of labile phosphate esters. *Journal of Biological Chemistry* 162(3):421-428. 1946.
8. MOSS, M. L. & MELLON, M. G. Colorimetric determination of iron with 2, 2', bipyridil and with 2,2',2'' terpyridyl. *Industrial and Engineering Chemistry, Analytical ed.*, 14:862-865, 1942.
9. SQUIBB, R. L., et al. Effect of aureomycin and vitamins on growth and blood constituents of pigs fed corn and banana rations. *Journal of Animal Science* 12(2):297-303. 1953.
10. SQUIBB, R. L. Datos Inéditos, 1959.
11. WALLACE, H. D., CUNHA, T. J. & COMBS, G. E. Low-gossypol cottonseed meal as a source of protein for swine. University of Florida Agricultural Experiment Station. Bulletin no. 566. 26 p. 1955.